

**Identificación de las zonas de amenaza por inundación, mediante los sistemas de información geográfica cómo herramienta de insumo, para la gestión del riesgo en el municipio de Moñitos, Córdoba**

**Omar José Portillos Coavas**  
**Universidad de Córdoba**

**Resumen:**

En el presente trabajo se pretende identificar las zonas de amenaza por inundación, mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica cómo herramienta de insumo, para la gestión del riesgo en el municipio de Moñitos, Córdoba. Para tal fin se ha diseñado una metodología dividida en cinco fases, las cuales se resumen en la revisión teórica relacionada con las temáticas de inundación y los SIG; obtención y estandarización de la información cartográfica; establecimiento de criterios, derivados de la consulta a expertos y la revisión teórica; superposición de la información cartográfica de datos, mediante la herramienta Weighted Overlay y por último el análisis de los resultados, en función del área de amenaza alta, media y baja; así como también su relación con las cabeceras y los equipamientos educativos en el municipio, estos últimos, con el fin de determinar la condición de la población infantil, la cual permanece gran parte del tiempo, en las escuelas. En el estudio se detectó que el municipio tiene zonas con amenaza alta (5%), localizadas principalmente hacia la planicie costera, es decir hacia el norte y noroccidente; amenaza media (64%), que también se ubica hacia el norte, noroccidente y se extiende hacia el sur, pero a partir de una franja más alejada del borde litoral que la amenaza alta (zona de colinas con baja elevación); amenaza baja (31%), encontrada hacia el nororiente, oriente y suroriente. Adicionalmente se halló que en la zona de amenaza media y alta es donde se encuentra el mayor porcentaje del área perteneciente a las cabeceras (55% y 44% respectivamente). De igual manera, gran cantidad de instituciones educativas tienen sus instalaciones en estas áreas (88,5%), por lo que la población estudiantil se encuentra mayormente en amenaza media y alta. La conclusión principal es que el estudio de amenaza es un elemento fundamental para la gestión del riesgo y la planificación, y los Sistemas de Información Geográfica son un insumo de gran relevancia para desempeñar dicha tarea; los geógrafos deben apropiarse de estas herramientas y empezar a darle aplicabilidad, en distintas áreas.

**Palabras claves:** amenaza por inundación, Sistema de información geográfica, Planificación, gestión del riesgo, Moñitos.

## **Identification of Flood Threat Zones, through Geographic Information Systems as an Input Tool, for Risk Management in the Municipality of Moñitos, Córdoba**

### **Summary:**

This paper aims to identify flood hazard zones, through the use of Geographic Information Systems as an input tool, for risk management in the municipality of Moñitos, Córdoba. To this end, a methodology divided into five phases has been designed, which are summarized in the theoretical review related to flood issues and GIS; obtaining and standardization of cartographic information; establishment of criteria, derived from the consultation of experts and the theoretical revision; superimposition of the cartographic data information, using the Weighted Overlay tool and finally the analysis of the results, depending on the area of high, medium and low threat; as well as its relationship with the headwaters and educational facilities in the municipality, the latter, in order to determine the condition of the child population, which remains much of the time, in schools. The study found that the municipality has areas with high threat (5%), located mainly towards the coastal plain, that is to the north and northwest; medium threat (64%), which is also located to the north, northwest and extends south, but from a strip farther from the coastline than the high threat (area of hills with low elevation); low threat (31%), found to the northeast, east and south-east. Additionally, it was found that the highest percentage of the area belonging to the headwaters is located in the medium and high threat zone (55% and 44% respectively). Similarly, a large number of educational institutions have their facilities in these areas (88.5%), so that the student population is mostly in medium and high threat. The main conclusion is that the threat study is a fundamental element for irrigation management and planning, and the Geographic Information Systems are an input of great relevance to perform this task; Geographers must appropriate these tools and begin to apply them in different areas.

**Keywords:** flood threat, Geographic information system, Planning, risk management, Moñitos.

### **Introducción**

Colombia se localiza en la zona intertropical; producto de esa posición geográfica presenta grandes diferencias dentro de su territorio; condición que favorece la presencia de diversas amenazas naturales, las cuales se manifiestan de forma diferente en cada una de sus regiones. En la actualidad, muchos de sus municipios están situados en territorios propensos a desastres naturales, lo cual se debe en gran medida a la configuración física del país. Al respecto, Gonzáles (2014) afirma:

El país se encuentra rodeado de los océanos Atlántico y Pacífico, con condiciones de relieve compuestas por altas montañas, extensas sabanas y húmedas selvas, además de la presencia de grandes reguladores y reservorios como los páramos. Lo anterior le permite contar con una riqueza importante de recursos hídricos y altos registros de precipitación, pero también con un alto potencial para amenazas (p. 26).

La anterior afirmación se puede constatar en el actual geovisor del Banco Mundial, que con base en datos del periodo comprendido entre 1962 y 2014, arroja un promedio de precipitación anual de 3.240 mm, muy superior al promedio mundial que se estima en 900mm y al promedio de Suramérica, el cual se calcula en 1.600mm. Asimismo, Colombia encabeza la lista de los cinco países con mayor precipitación del mundo, seguido de Santo Tomas y Príncipe, Papua Nueva Guinea, Islas Salomón y Panamá. También cuenta con una red de drenajes bastante densa, repartida por la mayoría del territorio nacional, de tal manera que las dos cuencas hidrográficas más extensas (Magdalena y Cauca) atraviesan el país, de sur a norte, casi en su totalidad; abarcando principalmente la región Andina y en el caso del Magdalena, la región Caribe. En cuanto al departamento de Córdoba cuenta principalmente con las cuencas de los ríos San Jorge y Sinú, en este último se encuentra establecida la represa Urra. Adicionalmente en el departamento existen los complejos cenagosos de Ayapel, Lorica y Betancí, entre otros. Lo que incide para que la región presente un gran potencial de amenazas por inundación, el cual se ha visto reflejado en años anteriores, dónde este fenómeno se ha materializado, afectando a diversas poblaciones y familias. Esleider y Galván, (2016) afirman que las inundaciones son el evento adverso más común en el Departamento.

Las anteriores características aumentan la amenaza por inundación en muchas localidades del país, la cual, combinada con la vulnerabilidad que resulta de la falta de planificación para la localización de los asentamientos, se convierten en riesgo desencadenante de desastres por inundación. Ávila, et al (2015) destacan que los desastres naturales provocados por inundaciones

en el territorio colombiano, han sido de gran relevancia y se han evidenciado en sus diferentes regiones; uno de los más importantes fue ocasionado por la ola de invierno que se generó a partir del fenómeno de la niña en los años 2010 y 2011, que de acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE (2013), el Fenómeno de la Niña 2010-2011 dejó un total de 2.350.207 personas damnificadas y 869.032 afectados en 1.061 municipios colombianos, una cifra equivalente al 7% de la población nacional.

En el municipio de Moñitos se diferencian dos épocas climáticas definidas; temporada de lluvias que va de mayo a octubre, dónde se presentan los meses con mayores precipitaciones (224.4 mm), y temporada de sequía, que va de diciembre a abril; en este período se incluyen los meses con las más bajas precipitaciones, con un máximo de 60 mm (Esquema de Ordenamiento Territorial de Moñitos, 2001). En materia de drenajes cuenta con las microcuencas de los ríos Broqueles, Cedro y Mangle; de las quebradas Corpas y San Antonio y los arroyos Coa, Caimito y Caimancito; siendo éstas las de mayor cauce. De igual manera, en su territorio se encuentran otros drenajes de cauce menor, como son las quebradas Candé, Cañito Verde y Culebra; los arroyos el Níspero, De Guevara y Babilla (Esquema de Ordenamiento Territorial de Moñitos, 2001). Estos drenajes, en su gran mayoría tienen su nacimiento en el Cerro Naranjal, el cual es el punto más alto en la región, asimismo, desembocan en el mar; en la cabecera municipal y algunos centros poblados de la zona rural, ubicados en la franja costanera, dónde se registran pendientes muy bajas.

En este municipio los asentamientos están distribuidos a lo largo y ancho del territorio, no obstante, existe un significativo porcentaje de población que se ubica sobre la planicie costera; La cabecera municipal y cabeceras corregimentales como La Rada, Broqueles, Santander de la

cruz y Río Cedro, así como las veredas Notecebes, El Dorado, Pueblito, Los Arizales y Rio en Medio, son muestra de una tendencia espacial ligada a la influencia del litoral, dónde además no se han tomado medidas en cuanto a la distancia de las viviendas, con respecto a los tantos drenajes que desembocan sus aguas en el mar. Adicional a lo anterior, existen varios cuerpos de agua, en zonas de pendientes y con cercanías a los núcleos poblacionales ubicados sobre el litoral.

Este contexto fisiográfico y climatológico y su influencia sobre la hidrología, asociado al territorio y sus habitantes somete a estos últimos, a situaciones desfavorables con respecto a la red de drenajes, ya que en época seca estas fuentes reciben materiales sólidos y sedimentos, que dificultan el flujo de las corrientes y favorecen el desborde y posterior encharcamiento de las mismas, y por ende las inundaciones; afectando las poblaciones asentadas en sus zonas de influencia.

El fenómeno de inundación por encharcamiento se ve reflejado tanto en la zona urbana como en el área rural del municipio, ya que se han registrado casos donde un gran número de familias de la cabecera municipal han tenido pérdidas por causa de dicho fenómeno, de igual manera se registra en las poblaciones rurales como Río Cedro, Broqueles y Santander; generando afectaciones en las vías terciarias y obstaculizando el paso para la libre movilidad en la comercialización de productos e intercambios en las comunidades y pérdidas en la producción de plátano que ha servido de despensa a algunas ciudades costaneras. Otra afectación que se evidencia es la de las instituciones educativas, las cuales en algunas ocasiones han tenido que suspender las clases, dado que no se prestan las condiciones necesarias.

En Colombia es necesario hacer especial énfasis en la temática de Gestión de Riesgo; en este sentido, el Banco Mundial de Colombia (2012) hace un análisis al panorama de amenazas y a los principales instrumentos de gestión en el país, y plantea algunos correctivos que se deben aplicar para avanzar en la prevención. También analiza los vacíos que presenta el ordenamiento territorial frente a esta, debido al crecimiento de la amenaza hídrica o por inundación que se presenta en gran parte del territorio nacional, a causa del cambio climático; concluyendo que la mayoría de pérdidas humanas y viviendas destruidas se deben a la falta de conocimiento y déficit de la planificación de zonas que están bajo influencia de esta amenaza.

Este tipo de análisis conllevó a que en el año 2014 se emitiera el Decreto 1807, el cual establece que el componente de gestión del riesgo se debe incluir de manera obligatoria en la elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). A raíz de lo anterior, varios autores y entidades se han interesado por realizar estudios pertinentes sobre este tema, en diferentes áreas del país, lo que a su vez implica el aumento en estudios de amenaza y de paso, la utilización de las herramientas SIG. Diferentes fuentes (Financiera del Desarrollo Territorial – FINDETER, 2015; Ballesteros y Reyes, 2017; Posada, 2015) que coinciden en afirmar, que a nivel general, Colombia vive una condición de vulnerabilidad frente al tema de amenazas, que además de la configuración territorial, también es el resultado de factores como el Cambio Climático; conllevando al aumento del riesgo y los desastres.

Teniendo en cuenta lo anterior, se debe señalar que el riesgo es definido como la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita puedan verse afectados como consecuencia de un fenómeno natural extraordinario o del funcionamiento deficiente o accidente de una tecnología aplicada a alguna actividad de la vida humana (Ayala y Olcina, 2002). También puede definirse

cómo el producto de la suma de las amenazas a las que se encuentra expuesta la población y la vulnerabilidad de la misma.

Ahora bien, la vulnerabilidad se define como la posibilidad de una comunidad o un territorio para experimentar graves daños en caso de catástrofe, como consecuencia de un bajo sistema de protección social y una mala gestión del territorio (Ayala y Olcina, 2002), mientras que la amenaza es entendida como el peligro latente de que un evento físico de origen natural o antrópico se manifieste con un impacto suficiente para causar lesiones daños y pérdida de vida humana, así como también daños y pérdidas en los bienes, infraestructura, servicios y los recursos ambientales (Ayala y Olcina, 2002). En este sentido, Whittow (1988) citado en Ollero (1997) define la amenaza por inundación como la sumersión temporal de terrenos regularmente secos, producto de grandes e inusuales precipitaciones en una zona determinada. Lamelas (2014) afirma que dicha amenaza se puede determinar a partir de insumos como la geomorfología, los Modelos de Elevaciones Digital del Terreno, hidrología y un registro de eventos; utilizando los Sistemas de Información Geográfica. Adicionalmente se pueden tener en cuenta, criterios como geología, uso del suelo y las precipitaciones.

Uno de los factores por el cual se da la inundación es el encharcamiento, una zona puede encharcarse cuando a causa de altas precipitaciones y de un mal drenaje por suelos poco permeables, se estanca agua en depresiones o en bajos, durante un tiempo determinado. Estas áreas se caracterizan por no tener canales naturales de desagüe, así, dependerá de la evapotranspiración y/o infiltración para su secado, Flores y Suavita (1997) menciona que para darse el proceso de encharcamiento son necesarias dos condiciones para definir el funcionamiento: unas características litológicas, alteritas y arcillolitas en menor medida, que

induzcan en capas infra yacentes baja permeabilidad y una baja pendiente que permite que el agua producto de las precipitaciones y en algunos casos del desborde de cursos de agua, quede atrapada en depresiones, chucuas, pantanos y aguas residuales, separadas del curso de un río.

## **Materiales y métodos**

El presente artículo pretende identificar las zonas de amenaza por inundación, mediante los SIG como herramienta de insumo, para la gestión del riesgo del municipio Moñitos. Para tal fin se establece una clasificación alta, media y baja; adicionalmente se hará un análisis en función de la ubicación de las cabeceras y en función a los equipamientos educativos. El estudio es de vital importancia, dado que este municipio no cuenta con esa información y han ocurrido varios eventos. De igual manera, ayuda a comprender claramente una aplicación de los SIG y por lo tanto expone un argumento que permite darle validez al discurso del quehacer geográfico

La metodología estandarizada para el cálculo de amenaza es inexistente, no obstante, hay diversos estudios que dan un acercamiento a esta temática y la manera de abordarla. Lamelas (2014) afirma que en la bibliografía científica existen diferentes intentos de clasificar los métodos de decisión multicriterio por diversos autores, la mayoría coincide en que las reglas aditivas de decisión (sumatoria lineal ponderada, análisis de la concordancia, jerarquías analíticas, etc.) son los métodos para la toma de decisión multiatributo, más conocidos y ampliamente utilizados en el proceso de toma de decisiones basado en la utilización de los SIG. Este estudio tuvo en cuenta el método de Sumatoria Lineal Ponderada, el cual ha sido utilizado por diversos autores para hacer trabajos de investigación, direccionados al cálculo de amenaza de inundación, dentro de los cuales se puede resaltar Moncada y Ojeda (2018); Avendaño y Cadena (2014) y Alvarado (2014). El trabajo se dividió en cinco fases, explicadas a continuación.



**Primera fase: Revisión teórica.** Se hizo una revisión bibliográfica referente a la temática de inundación y los Sistemas de Información Geográfica; por medio de documentos digitales, artículos y revistas que proporcionaron información valiosa para poder entender el tema.

**Segunda fase: Obtención y estandarización de la información** A partir de lo anterior, se identificaron las principales variables a tener en cuenta; que, a su vez fueron proporcionadas por distintas entidades. En este sentido, se debe manifestar que el estudio se torna multi-escalar (ver tabla 1), dado que las variables geología, geomorfología y precipitación no fueron obtenidas en la escala que inicialmente se esperaba (1: 25000) y solo se tuvo acceso a escala 1:100000, lo cual representa algunas alteraciones en el resultado puesto que, al reducirse la escala desaparecen algunos elementos que eventualmente podrían influir en el fenómeno estudiado. Una forma de contrarrestar este inconveniente es dando menos peso a estas variables, al momento de la ponderación y complementar la falencia con capas de información que tengan características similares. La justificación de la realización de la investigación, bajo estas circunstancias, radica inicialmente en la inexistencia de información homogénea (escala 1:25000) para el municipio de Moñitos, adicionalmente, desde 2014 existe el Decreto 1807, el cual establece que el componente de gestión del riesgo se debe incluir de manera obligatoria en la elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), lo cual se convierte en un argumento válido para la implementación de ejercicios metodológicos de este tipo. En esta fase también se hizo el proceso de estandarización de la información, verificando que todas las capas estuvieran en el mismo sistema de referencia (Magna Colombia Bogotá) y adicionalmente conservaran el mismo tamaño del pixel (10m).

**Tabla 1. Tipo De Información Escala y Fuente**

<u>Tipo de Información</u>	<u>Escala</u>	<u>Fuente</u>
Geomorfología	1: 100000	EOT Moñitos
DEM	1: 25000	Alos Palzar
Geología	1: 100000	EOT Moñitos
Uso del suelo	1: 25000	Universidad Eafit
Drenajes sencillos	1: 25000	IGAC
Drenajes Dobles	1: 25000	IGAC
Lagunas	1: 25000	IGAC
Vías	1: 25000	INVÍAS
Centros Poblados	1: 100000	DANE
Suelo	1: 25000	Universidad Eafit
Precipitaciones	1: 100000	IDEAM

*Fuente:* elaboración propia

**Tercera fase: Clasificación de la información y criterios establecidos para la ponderación.** Inicialmente se recortó la información, tomando como máscara el límite municipal, posteriormente se convirtieron las capas vectoriales a ráster, mediante procesos

como el Euclidian Distance, que le fue aplicado a las capas de Vías, Lagunas, Drenajes Dobles y sencillos, Centros Poblados y el Slope, que le fue aplicado al DEM; arrojando los porcentajes de las pendientes. A partir de los diferentes resultados que arrojó este proceso se llevó a cabo la clasificación de la información, para poder establecer los criterios a tener en cuenta en la ponderación. Se debe dejar claro que no hay una metodología estandarizada para el establecimiento de los diferentes criterios y ponderación, por eso, lo que se hizo en este caso, fue consultar algunos estudios en la temática, consultar con profesionales en áreas relacionadas, de igual manera, apropiarse del tema para tener argumentos válidos. Como resultado de lo anterior, a continuación, se reflejan los criterios escogidos (Tabla 2).

**Tabla 2. Criterios de ponderación para cada una de las variables**

Variable	Ponderación	Rangos	Valor
<b>Geomorfología</b>	15%	Lomerío	1
		Planicie	3
<b>Pendiente</b>	20%	0 - 5,0	3
		5,0 - 11	2
		11,0 - 11,0	1
		17,0 - 23,0	1
		23,0 - 29,0	1
		29,0 - 36,0	1
		36,0 - 44,0	1
		44,0 - 54,0	1
		54,0 - 94,0	1
<b>Geología</b>	6%	Ls6n (Lomerío Estructural Erosional con Pendiente >25% y drenaje imperfecto a excesivo)	1

		Qy1i (Planicie Eólica con pendiente <7% y drenaje pobre a muy pobre)	3
		LH6n (Lomerío fluviogravitacional con pendiente >25% y drenaje imperfecto a excesivo)	1
Uso actual del suelo	9%	Agrosilvopastoril con cultivos permanentes	3
		Cultivos permanentes intensivos de clima cálido	2
		Cultivos permanentes semi intensivos de clima cálido	2
		Cultivos transitorios intensivos de clima cálido	1
		Protección – producción	1
		Forestal de protección	1
		Cuerpos de Agua	3
		Zona Urbana	3
Distancia drenajes sencillos	6%	0 - 44	3
		44 - 89	3
		89 - 145	2
		145- 208	2
		288 - 388	2
		388 - 501	1
		501 - 640	1
		640 -835	1
		835 - 1.208	1
Distancia drenajes dobles	6%	0 - 1.248	3
		1.248 - 2.370	3
		2.370 - 3.474	3
		3.474 - 4.488	2
		4.488 - 5.436	2

		5.436 - 6.356	1
		6.356 - 7.293	1
		7.293 - 8.390	1
		8.390 - 10.064	1
		10.064 - 12.827	1
<b>Distancia lagunas</b>	4%	0-772	3
		772 -1.389	3
		2.028 - 2.702	3
		2.028- 2.702	2
		2.702- 3.417	2
		3417 - 4.166	1
		4.166- 4.923	1
		4.923 - 5.689	1
		5.689 - 6.568	1
		6.568 - 7.925	1
<b>Distancias vías</b>	5%	0 - 44	3
		44 - 101	3
		101 - 145	3
		145 - 189	2
		189 - 241	2
		241 - 291	2
		291 - 345	2
		345 - 412	1
		412- 512	1
		512- 709	1
<b>Distancias</b>	4%	0-512	3

<b>centros poblados</b>		512 -986	3
		986 - 1 406	3
		1406 -1 797	2
		1 797 - 2180	2
		2180 - 2563	2
		2563- 2 946	1
		2 946 - 3 352	1
		3352- 3878	1
		3878- 4911	1
<b>Relieve</b>	17%	Cuerpo de agua	3
		Espinazos y/o crestones	1
		Lomas y colinas	1
		Plano de marea	3
		Plataforma costera	3
		Terrazas	2
		Vallecitos aluvio-coluviales	2
		Zona urbana	3
<b>Precipitación</b>	8%	50 - 75 mm	1
		100 - 125 mm	2
		125 - 150 mm	3

*Fuente:* elaboración propia

**Cuarta fase: Superposición cartográfica de datos.** La cual permitió calcular las zonas de amenaza y clasificarlas en alta, media y baja, teniendo en cuenta el grado de susceptibilidad; la ponderación se llevó a cabo teniendo en cuenta la importancia de cada criterio, de tal manera que para este caso se le dio gran relevancia a elementos como la pendiente, la geomorfología, el tipo

de suelo (para esta capa de información se utilizó la clasificación de relieve, dado las condiciones del insumo), uso actual del suelo, entre otras (Tabla 2). El procedimiento se realizó mediante la herramienta Weighted Overlay, ubicada en ArcToolBox; la cual hace una sumatoria de los diferentes valores, que a su vez no pueden superar el 100%, en total. (ver figura 3). Como resultado, se obtuvo el mapa de amenazas, para el municipio de Moñitos.

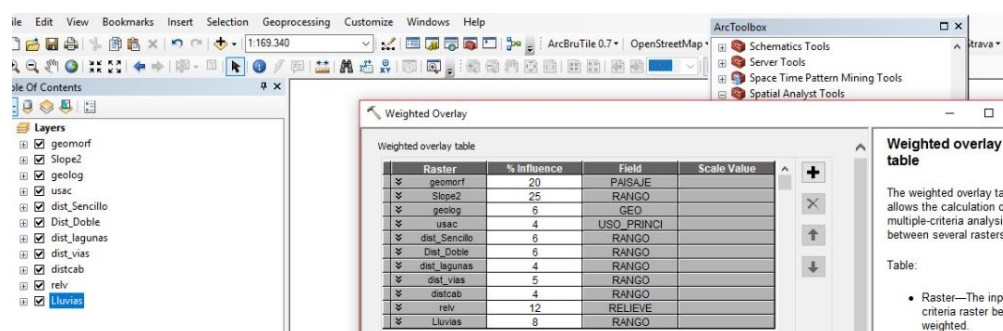


Figura 1: Proceso Para la Ponderación, mediante la herramienta Weighted Overlay.

*Fuente:* Propia

**Quinta fase: Análisis de los resultados.** En esta parte del trabajo se tuvo en cuenta los factores del territorio que favorecen el desencadenamiento de la amenaza de inundación por encharcamiento, se hizo una revisión detallada de los resultados obtenidos, a partir del procedimiento y posteriormente se analizaron en función a los equipamientos educativos y las cabeceras.

### Análisis de resultados

**Área de estudio.** El municipio de Moñitos se encuentra localizado en la zona litoral del departamento de Córdoba, limitando al norte con el mar Caribe, el municipio de San Bernardo del Viento, al sur con el municipio de Puerto Escondido, al oriente con el municipio de Lorica y

al occidente con el mar Caribe, esto último conlleva a una configuración territorial muy diversa; dado que posee una planicie costera, aproximadamente con 1 km de ancho, por 29 km de largo (Alcaldía de Moñitos, 2016) y pendientes no superiores a los 26m de altura, el municipio tiene un total de 9 corregimientos, de los cuales 4 (La Rada, Broqueles, Santander de la Cruz y Rio Cedro) se encuentran localizados en la planicie costera, al igual que la cabecera municipal, los 5 restantes (Las Mujeres, Bellacoita, Bajo Limón, Bajo Blanco y el Perpeto Socorro) se ubican en un terreno quebrantado, el cual puede tomar alturas hasta de 224m, que para efectos del presente estudio se torna positivo, dado que son zonas potenciales a presentar una amenaza baja. En la figura 2 se puede evidenciar, claramente la ubicación de las de los mismos.



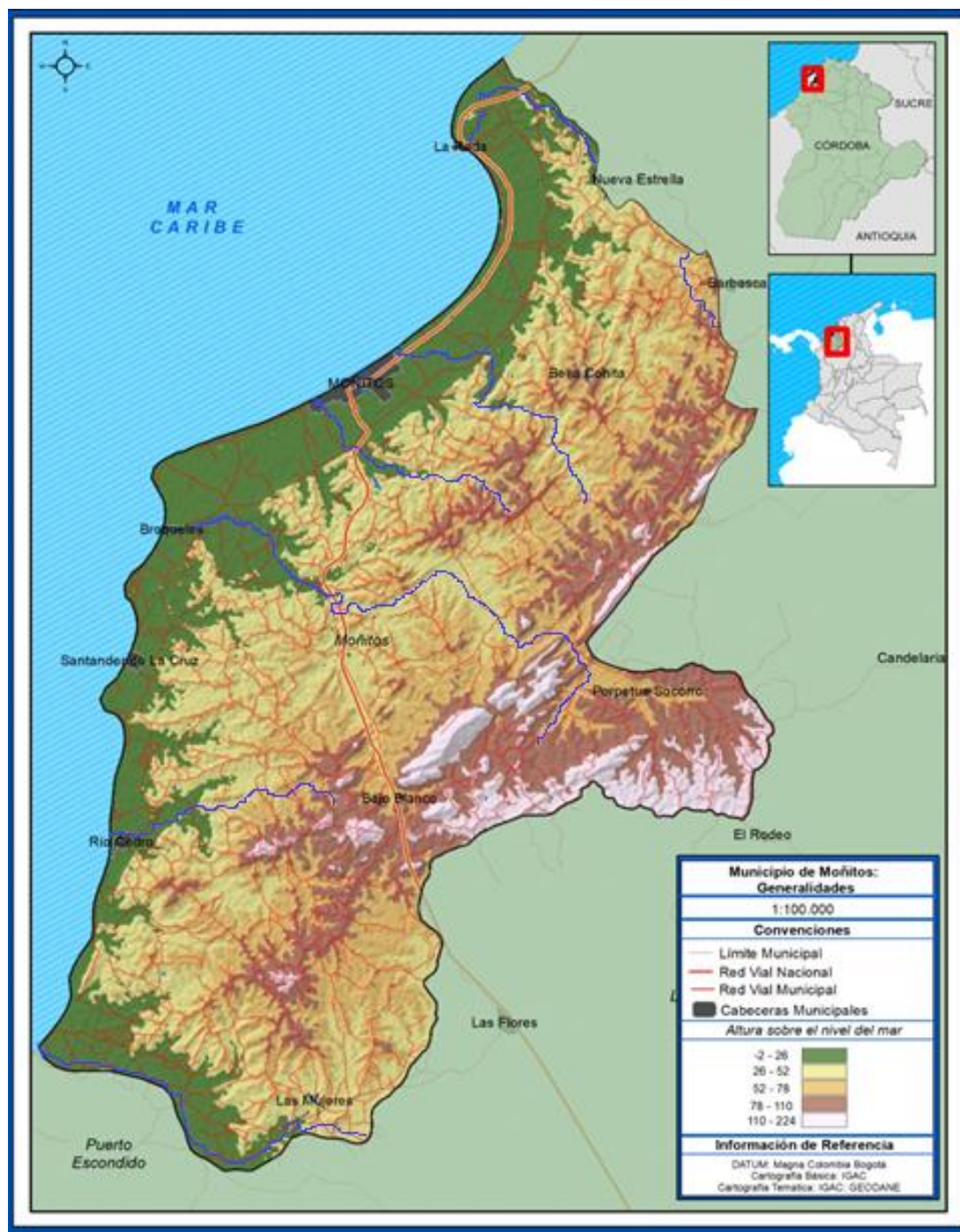


Figura 2: Localización del municipio de Moñitos, mapa físico.

Fuente: elaboración propia

### **Clasificación de la amenaza de inundación en el municipio de Moñitos**

En el año 2014 se emitió el Decreto 1807, el cual establece que el componente de gestión del riesgo se debe incluir de manera obligatoria en la elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). Entre tanto la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastre -UNGRD (2012) destacó que este puede definirse como la suma de las amenazas a las que se encuentra expuesta la población. En este sentido, se puede justificar la elaboración del presente trabajo, en la cual se identificó las zonas con alto potencial de amenaza en el municipio de Moñitos (Figura 4).

Existe un límite marcado entre las tres zonas de amenaza identificadas en el territorio de Moñitos; las cuales están principalmente influenciadas por el porcentaje de inclinación de la pendiente; empezando por la amenaza baja, la cual comprende un área aproximada de 6.232 hectáreas, equivalentes al 31% del área total del municipio (Figura 4 y 5), ubicada hacia el nororiente, oriente y suroriente; esta zona tiene baja susceptibilidad de amenaza, debido a que mantiene suficiente escorrentía, producto de las altas pendientes, las cuales también hacen difícil el acceso de la población, lo que implica unos usos del suelo más amigables con el medio (Figura 3), como el de protección; se encuentra una cobertura de bosque, que permite mantener en buen estado las rondas de los drenajes, evitando desbordamientos de drenajes y por lo tanto, disminuyendo la amenaza de inundación. Como ya se mencionó el acceso a esta zona es difícil, lo cual se debe a la falta de vías de comunicación en buen estado, de igual manera es muy poca el área de cabeceras, que se encuentra en amenaza baja (1,2 ha de Bajo Blanco, 0,340 ha El Perpetuo Socorro y 0,044 ha Las Mujeres); son las veredas, las que poseen mayor presencia en este tipo de amenaza.

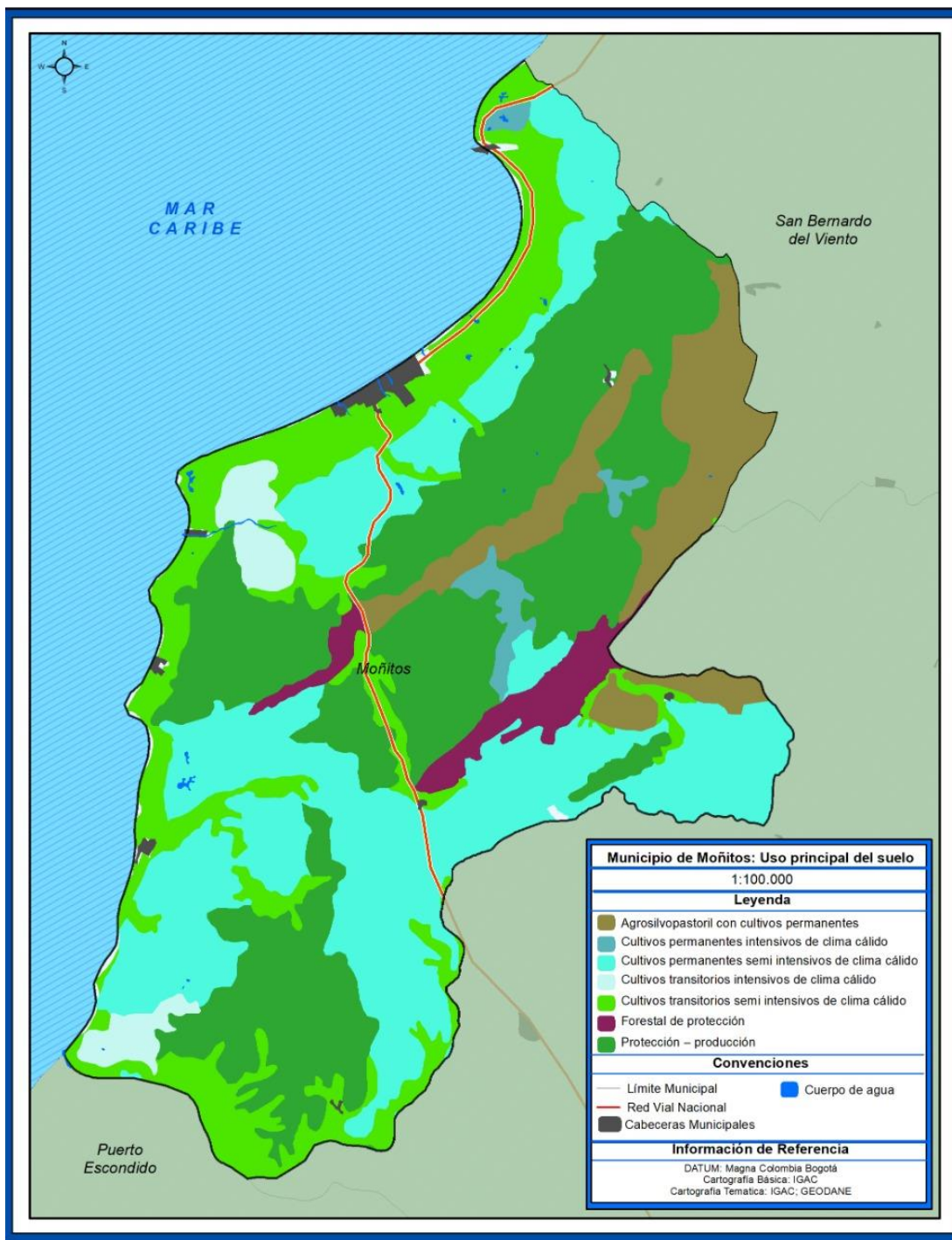
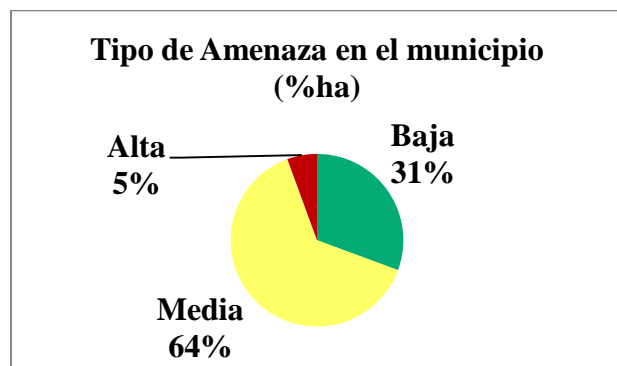


Figura 3: Uso principal del suelo del municipio de Moñitos.

Fuente: elaboración propia



*Figura 4:* Tipo de amenaza por inundación en el municipio.

*Fuente:* elaboración propia

Por su parte, la amenaza media constituye el 64% del perímetro municipal, lo cual significa un área de 12.976 ha. (Figura 4) localizadas paralelamente a la línea de costa, inmediatamente después de la zona de amenaza alta (Figura 5). Según el cálculo de pendiente llevado a cabo en este trabajo, sus pendientes oscilan entre los 26 y 54/msnm, donde predominan usos del suelo relacionados con cultivos semipermanentes de tipo intensivo (los cuales favorecen la deforestación), así como también actividades agrosilvopastoriles como la ganadería, favoreciendo la compactación y poca permeabilidad del suelo (Figura 3), que a su vez, son elementos que incentivan las inundaciones por encharcamiento. Adicionalmente, esta zona es transitada por las aguas que bajan desde lo más alto del territorio, dejando como resultado el llenado de cuerpos de agua, que se convierten en una amenaza latente de desborde e inundación. Las cabeceras tienen una relación directa con la amenaza media, puesto que todas, sin excepción, tienen terrenos con esta condición, no obstante, es importante resaltar el caso del casco urbano, donde la cifra comprende 62% del perímetro urbano (Tabla 3).

El área más susceptible a la amenaza alta está localizada en la planicie costera, es decir hacia el norte y noroccidente, lo que guarda especial relación con un mínimo porcentaje de inclinación de la pendiente, que a su vez es producto de la poca elevación del terreno. Pero son muchos más los criterios que favorecen la amenaza alta por inundación; entre otros se pueden destacar el relieve de plataforma costera, la distancia a drenajes dobles y sencillos y el uso zonas urbanas que favorecen la compactación del suelo. En este sentido hay que señalar la parte media y alta de las micro cuencas, las cuales son habitadas por campesinos que diariamente realizan sus actividades, generando una cantidad significativa de residuos orgánicos e inorgánicos, los cuales son arrojados al piso y van a dar a los drenajes, dónde ayudados por elementos como las cabeceras angostas de los puentes, se convierten en barreras que evitan el adecuado drenaje de las aguas, por lo que al momento que hay altas precipitaciones, se desbordan los pequeños drenajes y como no hay una buena permeabilidad de los suelos, se termina dando el proceso de inundación por encharcamiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, se debe agregar que el sistema arrojó que el territorio con amenaza alta pertenece al 5% del área total del municipio; equivalente a 113,7 ha. (Figura 4). En cuanto a las cabeceras, hay un significativo porcentaje que se ubica en la zona con influencia de amenaza alta; las que mayor presencia tiene, además de la cabecera municipal son La Rada, Broqueles, Santander y Rio Cedro, respectivamente (Tabla 3). Los resultados coinciden en gran medida, con las zonas afectadas durante algunos eventos de inundación que se han registrado en el municipio, durante los últimos años, e incluso, en los últimos días que se adelantaba este trabajo, se registró el fenómeno, dejando un centenar de personas dignificadas. A partir de lo anterior hay que destacar que las cabeceras son el epicentro de sus respectivas zonas de influencia, en cuanto a actividades relacionadas con el tema de comercio y servicios, por lo que

albergan gran porcentaje de población, aunque se debe aclarar que para efectos de este estudio no se maneja el dato con exactitud. En el mapa (Figura 5) también se observa que gran parte de la vía que comunica al municipio, con San Bernardo del Viento, alta susceptibilidad de amenaza por inundación.

**Tabla 3. Tipo de Amenaza en las Cabeceras (ha)**

<u>Nombre Cabecera</u>	<u>Amenaza Alta</u>	<u>Amenaza Media</u>	<u>Amenaza Baja</u>
Bajo Blanco	0	2,154	1,217
Bella Coita	0	4,297	0
Las Mujeres	0	3,948	0,044
Perpetuo Socorro	0	2,873	0,340
La Rada	3,417	0,434	0
Broqueles	4,816	2,636	0
Stander de La Cruz	7,667	2,215	0
Río Cedro	10,865	2,102	0
MOÑITOS	35,324	56,755	0

Fuente: elaboración propia



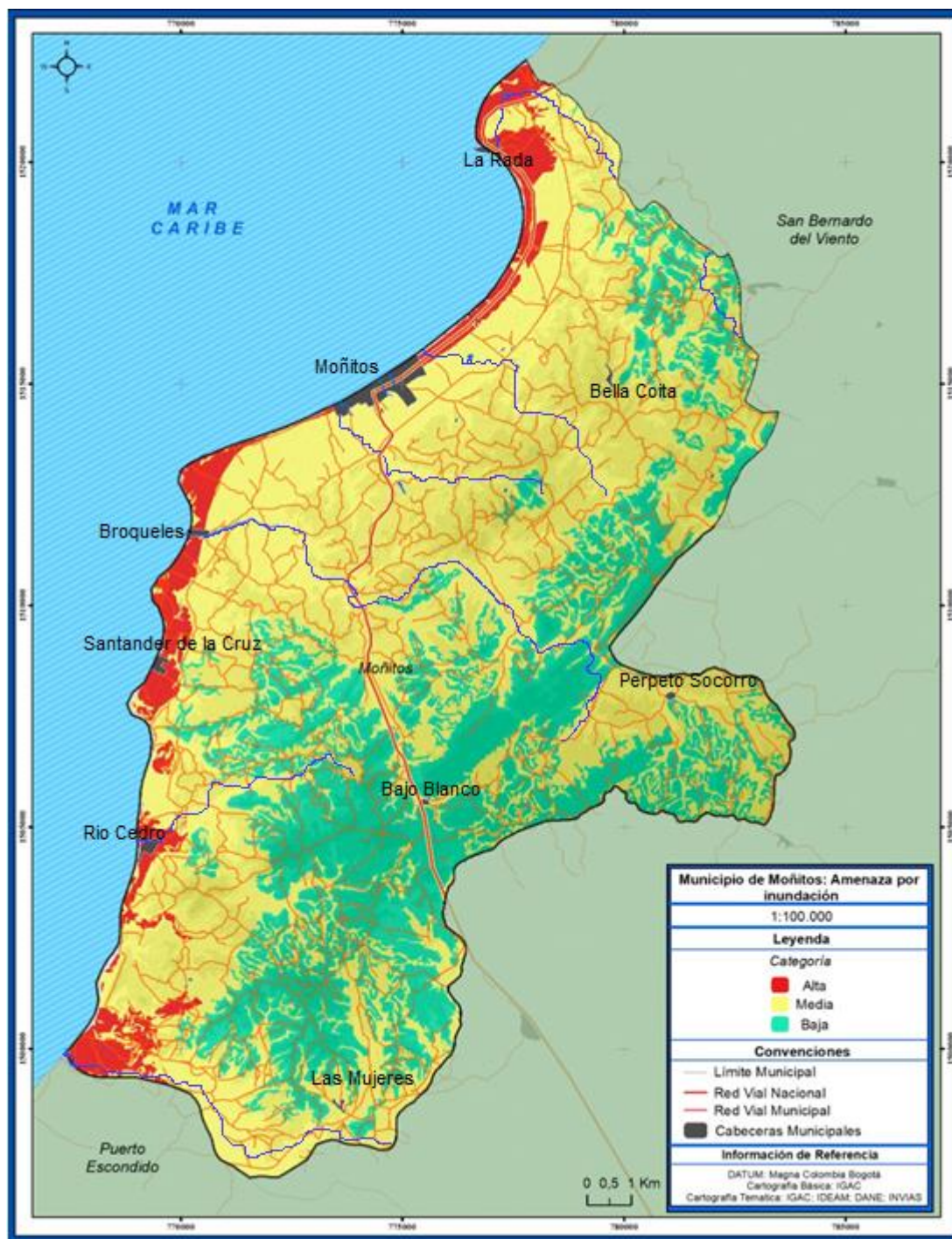


Figura 5: Mapa de zonas de amenaza por inundación en el municipio de Moñitos.

Fuente elaboración propia

### **Instituciones educativas en relación con los tipos de amenaza**

La educación es un pilar fundamental para el desarrollo de nuestras sociedades; optimizar las condiciones para que las futuras generaciones reciban sus primeros conocimientos es un deber de cualquier gobierno. Hasta ahora en el municipio no se ha hecho nada para la preparación ante un eventual fenómeno de desastre por inundación. Moñitos cuenta con 44 equipamientos educativos, de los cuales hay varios que están ubicados en zonas con alto potencial para la ocurrencia de este fenómeno. A continuación, se hace un análisis teniendo en cuenta la clasificación de amenaza, que se ha obtenido en este trabajo, de igual manera, se tiene en cuenta la población que estos reciben en la actualidad. Para lo cual se irá abordando la temática, desde la amenaza baja, posteriormente la media, y por último, la amenaza alta.

**Tabla 4. Equipamientos Educativos y Amenaza**

<u>Tipo de Amenaza</u>	<u>Numero de Equipamientos</u>	<u>Población estudiantil</u>
Alta	5	1737
Media	34	4530
Baja	5	469

Fuente: elaboración propia

Anteriormente se mencionó que la zona de amenaza baja es poco habitada, razón por la cual también hay poca infraestructura educativa, los centros educativos que tienen baja susceptibilidad de amenaza, son de poca confluencia estudiantil; como se observa en la tabla 4, solo hay un total de 469 estudiantes (7%), repartidos entre 5 equipamientos (11,5%), lo que quiere decir que en promedio no alcanzan los 100 estudiantes por plantel. De igual manera,



tampoco dictan cursos superiores al 5°, lo que también disminuye la posibilidad de aumentar el número de niños dentro de la zona de amenaza baja,

En cuanto a la zona con riesgo de amenaza media, se observa un predominio del 77% en cuanto a infraestructura (35 escuelas) y del 67% en la población estudiantil (4530), lo cual seguramente es producto de la configuración territorial, puesto que, es una gran extensión y representa colinas suaves, fáciles de acceder. Ese gran porcentaje de población a su vez constituye un llamado de atención, dado que la amenaza media, si bien no genera un peligro inminente, sí requiere un buen tratamiento por parte de las autoridades competentes, para evitar un desastre. Al revisar los datos del Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019, se obtiene que sí existen centros educativos que acopian bastante población, a pesar que es zona rural. En ese sentido, se debe mencionar La Institución Educativa Las Mujeres, el Perpetuo Socorro y Broqueles, quienes superan los 250 estudiantes cada uno; para el caso de Broqueles se debe aclarar, que la institución, a diferencia de gran parte de su área, corregimental, no se encuentra en zona de amenaza alta. (Tabla 4)

Por último, la amenaza alta (figura 6). Es evidente la presencia de varias instituciones a lo largo de la planicie costera, de las cuales 5 se encuentran en la clasificación más susceptible a inundaciones, lo que representa un 11,5%, no obstante, a pesar de que es el mismo porcentaje de escuelas que se ubican en amenaza baja, la población estudiantil es mucho mayor, dado que en esos planteles recibe clases un total de 1737 niños (Tabla 4), es decir, el 26% de todos los educandos del municipio. Esta situación se presenta porque gran parte de la cabecera municipal se ubica en zona de amenaza alta, y en ella (en la cabecera municipal con amenaza alta) se localiza una de las instituciones con mayor número de alumnos matriculados. Lo anterior

representa un riesgo inminente para las instituciones que se encuentran bajo la influencia de esta condición, dado que el municipio no cuenta con un plan de contingencia, así como los centros educativos tampoco tienen la suficiente información para responder ante fenómenos como la inundación.

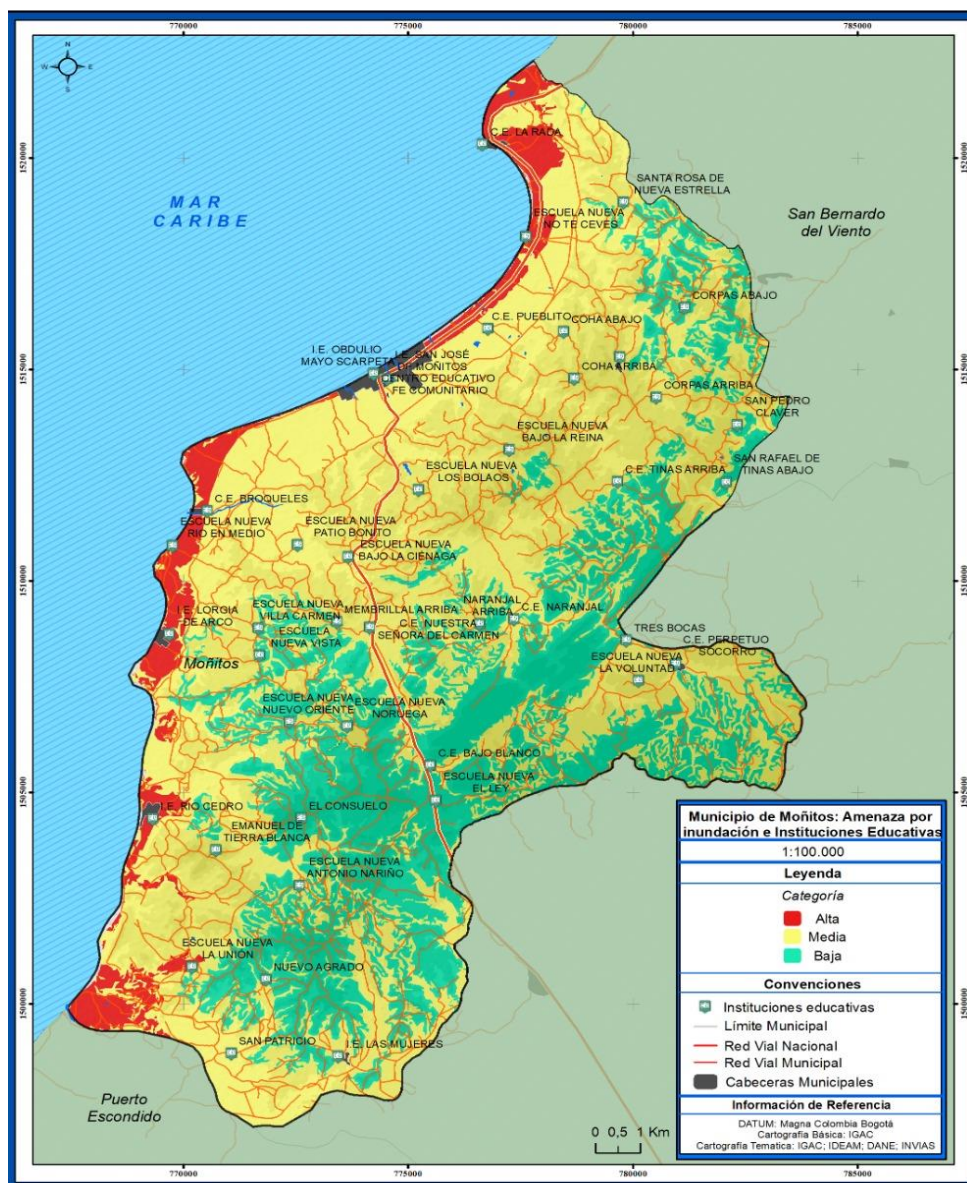


Figura 6: Mapa de Amenaza por Inundación y Escuelas en el Municipio de Moñitos.

Fuente: elaboración propia

## Conclusiones

El estudio de amenaza por inundación es un elemento fundamental para prepararse y llevar a cabo una adecuada planificación y gestión del riesgo; el país ha venido creciendo, en ese sentido y una herramienta clave son los Sistemas de Información Geográfica; por lo cual, desde el quehacer geográfico debe incentivarse su uso y aprovechar sus diferentes aplicaciones.

Es importante que para la aplicación de estudios similares se tenga en cuenta, como una medida de referencia, las condiciones físicas de cada territorio, para así tener claridad al momento de escoger los criterios o variables a ponderar,

En cuanto al municipio de Moñitos, debe prestar especial atención al tema de la amenaza por inundación, dado que ya se han presentado eventos que, a pesar de su insignificancia, dejan dicho que no hay que hacerse a un lado, dado que es un contenedor de amenaza, como se demostró en el presente trabajo. De igual manera, algunos de los diferentes usos o actividades que se están dando en el municipio, contribuyen al fenómeno de inundación, uno de ellos es la implementación de cultivos intensivos, las actividades agrosilvopastoriles.

Un factor decisivo en la inundación es la inclinación de la pendiente, En cuanto a ello hay que decir que el municipio contiene una estructura territorial que facilita la escorrentía, por lo que las zonas más altas presentan amenaza baja, mientras que las zonas con pendientes bajas, están logadas a la amenaza alta. No obstante, es la amenaza media, la cual contiene mayor área a nivel de Moñitos, lo que respalda el proceso de análisis multicriterio, puesto que hay otros factores que también tienen relevancia.

Por último, la ausencia de la planificación se deja ver, al encontrar que diversos centros poblados o cabeceras, se asientan en zonas con alta susceptibilidad a la amenaza por inundación, de igual manera, el establecimiento de equipamientos educativos, lo cual debe ser una inquietud para las diferentes autoridades correspondientes, ya que esta población es totalmente vulnerable,

## Referencias

Alcaldía Municipal de Moñitos. (2001). Esquema de Ordenamiento Territorial. Tomo 2. Moñitos, Córdoba: Costa Atlántica Ltda.

Alvarado, S. (2014). Uso de un sistema de información geográfica para el análisis de amenaza por inundaciones en la cuenca alta del río Bogotá, municipio de Cota, límites localidad de Suba. . Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1800/1/Uso-SIG-para-an%C3%A1lisis-amenaza-inundaciones-cuenca-alta-r%C3%ADo-Bogot%C3%A1.pdf>

Avendaño, A., y Cadena, Y. (2016). Uso de Sistemas de información geográfica en la determinación de amenazas por inundación en el municipio de Chía. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1569/3/Articulo%20del%20Uso%20de%20SIG%20para%20la%20determinación%20de%20Amenaza%20por%20Inundación%20en%20Chía.pdf>

Ávila, J.; Vivas, O.; Herrera, A.; Jiménez, M. (2015). Análisis de la política de gestión del riesgo de desastres en comunidades del Caribe colombiano afectadas por desastres invernales: El caso del sur del departamento de Atlántico. Gestión del Riesgo en Colombia, Barranquilla, Atlántico, Colombia. Recuperado de: <http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>

Ayala, C. Olcina, F. (2002). Riesgos Naturales. Barcelona. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=4251>

Ballesteros, y Reyes, (2017). Evaluación de riesgo por inundación en el municipio de Gmarra-Cesar. Universidad de Córdoba. Colombia. (2017).

Banco Mundial de Colombia. (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas.

Departamento Nacional de Planeación (2013). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Disponible en:  
[http://www.sigpad.gov.co/sigpad/archivos/ABC\\_Cambio\\_Climatico.pdf](http://www.sigpad.gov.co/sigpad/archivos/ABC_Cambio_Climatico.pdf)

Esleider, A., y Galván, E. (2016). Comportamiento espacio temporal de las inundaciones en el departamento de Córdoba y su relación con la precipitación. Periodo 1938 - 2015. Montería, Córdoba: Universidad de Córdoba. Disponible en:  
<http://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/123456789/453/TRABAJO%20DE%20GRADO%202016%20-%20ESLEIDER%20ARRIETA%20SEGURA%20-%20ENRIQUE%20GALVAN%20L%C3%93PEZ.pdf?sequence=1>

Flores, A, y Suavita., M. (1997). Genesisi y manifestacion de las inundaciones en Colombia. Cuaderno de Geografía, Voi VI, No. 1-2

González, J, C. (2014). La gestión del riesgo de desastres en las inundaciones de Colombia: Una mirada crítica (Tesis Especialización, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D.C./Colombia). Recuperado de:  
[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2128/1/Gestión\\_riesgo\\_desastres\\_inundaciones\\_%20Colombia\\_mirada-crítica.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2128/1/Gestión_riesgo_desastres_inundaciones_%20Colombia_mirada-crítica.pdf)

Lamelas, G. (2014) Aplicación de Técnicas de Análisis Multicriterio a la Localización Optima de Extracciones de Arenas y Gravas en el Entorno de Zaragoza. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. N 66. P 26 – 48. Recuperado de [file:///C:/Users/Veidi%20Berrocal/Downloads/Dialnet-AplicacionDeTecnicasDeAnalisisMulticriterioALaLoca-4903356%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Veidi%20Berrocal/Downloads/Dialnet-AplicacionDeTecnicasDeAnalisisMulticriterioALaLoca-4903356%20(1).pdf)

Moncada, L. y Ojeda (2018). Aproximación al mapa de susceptibilidad a inundación en la cuenca del río Boconó, Estado Trujillo, Venezuela. Terra Nueva Etapa. Vol. XXXIV, num 55. Caracas. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/721/72156172012/html/index.html>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2014). Decreto 1807 de 2014. Bogotá, Colombia: Presidencia de la República de Colombia. Recuperado de: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1354137>

Ollero, A. (1997). Crecidas e inundaciones como riesgo hidrológico: Un planteamiento didáctico. Lurralde Online. P 261-283. Recuperado de: <http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur20/200oller/ollero20.htm>

Presidencia de la República de Colombia. (19, septiembre 2014). Incorporación de la Gestión del Riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial. (1278). Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=59488>